

**МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА
ФИЛИАЛ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА В ГОРОДЕ СЕВАСТОПОЛЕ
НЕПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОНД
ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО**

**Российская экологическая Академия
Крымское региональное отделение**

**Русское географическое общество
Севастопольское отделение**

**Институт географии РАН
Российской Федерации**



**НЕПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫЙ
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОНД
ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО**

МАТЕРИАЛЫ

I МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ В КРЫМУ



**«Крым
эколого-экономический
регион. Пространство
ноосферного развития»**

при поддержке фонда
РФФИ (проект №
17-05-20261)



Г. СЕВАСТОПОЛЬ. 20 - 24 ИЮНЯ 2017 ГОДА

3. Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д. Абразия морских берегов России// Вестник МГУ, сер. геогр., 2009, № 4. - с. 40-44
4. Мамыкина В.А., Артюхин Ю.В. Природные аспекты охраны и защиты берегов Азовского моря//Литодинамические процессы береговой зоны южных морей и ее антропогенное преобразование. Л., 1982. - с. 60-72.
5. Мамыкина В.А., Хрусталеv Ю.П. Береговая зона Азовского моря.- Ростов-н/Д.: Изд-во РГУ, 1980.-172 с.
6. Природные опасности России. Т. 3 Экзогенные геологические опасности. М., 2002. - с. 345.
7. Хрусталеv Ю.П., Щербаков Ф.А. Позднечетвертичные отложения Азовского моря и условия их накопления. Ростов-н/Д: Изд-во РГУ, 1974. - 148 с.
8. Шуйский Ю.Д. – Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей.-Л.: Гидрометеoиздат, 1986.- 238 с.
9. Шуйський Ю.Д. Типи берегів Світового океану. - Одеса: Астропринт, 2000.– 279 с.
10. Шуйский Ю.Д. Основные закономерности морфологии и динамики западного берега Крымского полуострова//Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и Комплексное использование ресурсов шельфа.- Севастополь: НППЦ Экоcи-Геофизика, 2005, вып. 13. – с. 92-99
11. Шуйский Ю.Д. Питание обломочным материалом северо-западных и крымских районов шельфа Черного моря//Исследования динамики рельефа морских побережий. – М.: Наука, 1979. – с. 89-96

УДК 628.19:551.464:574.5(262.5)

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ АНТРОПОГЕННЫМИ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИМИ КСЕНОБИОТИКАМИ ПОРТОВЫХ АКВАТОРИЙ КРЫМА

Малахова Л.В., Малахова Т.В.

Институт морских биологических исследований РАН, Севастополь, Россия

Аннотация. Хлорорганические соединения (ХОС), к которым относятся полихлор-бифенилы (ПХБ) и хлорорганические пестициды (ХОП), являются веществами – индикаторами антропогенного влияния на береговую и прибрежную зоны морей. Одним из факторов такого влияния является строительство и эксплуатация портов. В работе проведена сравнительная оценка уровней загрязненности ПХБ и ХОП портовых районов Крыма. На уровень загрязненности ХОС влияют в первую очередь техногенная нагрузка на акваторию, а также длительность эксплуатации портов и гидрологический режим. Определено, что в настоящее время донные отложения портов загрязнены ПХБ и ХОП в значительно большей степени, чем водные массы. По убыванию концентраций ХОС в донных отложениях порты Крыма расположены в следующей последовательности: Севастопольский, Балаклавский, Феодосийский, Евпаторийский.

Ключевые слова: крымские черноморские порты, загрязненность, хлорорганические соединения, ПХБ, ДДТ.

THE ORGANOCHLORINE XENOBIOTICS POLLUTION IN THE MARINE ENVIRONMENT OF THE CRIMEA PORTS

Malakhova L.V., Malakhova T.V.

Institute of Marine Biological Research, Russian Academy of Sciences, Sevastopol, Russia

Abstract. Organochlorine compounds (OCs), polychlorinated biphenyls (PCBs) and organochlorine pesticides (DDT), are the indicators of anthropogenic impact on marine and coastal environment. Construction and operation of ports is one of factors of anthropogenic impact. In

article have been compared the pollution by PCBs and organochlorine pesticides of the Crimea ports. The pollution level of OCs is influenced first of all the technogenic impact on the ports area, and also duration of ports operation and a hydrological regime of ports area. It is defined that now have by PCB and DDT polluted the sediments in much bigger degree, than water masses. The Crimean Black sea ports are ranged by next decrease of PCB and DDT concentration in the ports sediments: Sevastopol, Balaklava, Feodosiya, Evpatoria.

Key words: the Crimean Black Sea ports, pollution, organochlorine compounds, PCB, DDT.

Техногенная революция 20 – го века привела к резкому увеличению антропогенной нагрузки на морские акватории. На участках с максимальной нагрузкой, особенно в северо – западной части Черного моря, возникли так называемые критические зоны [1], в пределах которых концентрация загрязняющих веществ в компонентах экосистем значительно превысила фоновые уровни. Это обусловлено как природными, так и антропогенными факторами: внутриматериковым расположением Черного моря с замедленным водообменом с сопредельными морями, а так же поступлением загрязняющих веществ с речным стоком крупнейших рек Европы, несущим промышленные и коммунальные сбросы.

Строительство и эксплуатация портов в настоящее время во всем мире признается одним из основных факторов антропогенного воздействия на береговую и прибрежную зоны морей. В целом возведение портовых сооружений приводит к утрате морскими экосистемами части литорали и верхней сублиторали, которые имеют важнейшее значение в биопродукционных процессах в водоемах, как зоны поселений бентоса, зарослей высшей водной растительности, пастбищ и нерестилищ рыб. Кроме этого, мористые районы портов испытывают высокую техногенную нагрузку, как в связи интенсивным судоходством в их акваториях, так и с периодическими реконструкциями портовых комплексов, что связано с поступлением в их акватории загрязняющих веществ различного происхождения.

В Крыму имеется группа портов, возникших еще в 18 – 19 веках: Керченский, Феодосийский, Ялтинский, Севастопольский и Евпаторийский, которые в то время начинали работу как торговые гавани [7].

Экологическое состояние акваторий портов в основном определяется их физико – географическими характеристиками и техногенной нагрузкой. Повышенное техногенное влияние в акваториях черноморских портов в последние полвека проявлялось в первую очередь в увеличении, как в воде, так и в донных отложениях загрязняющих веществ [1, 6]. Так, исследования по изучению загрязненности акваторий портов северного Причерноморья в 2005 – 2008 гг. показали, что в районах портов Одессы, Херсона, Южного, Рени, Ильичевска наблюдалось высокое содержание тяжелых металлов и нефтяных углеводородов в донных отложениях, которые классифицировались по этим показателям как загрязненные [1].

К наиболее опасным загрязнителям морских экосистем относятся полихлорбифенилы (ПХБ) и такие хлорорганические пестициды (ХОП), как линдан и ДДТ. До настоящего времени не было проведено исследований по сравнительной оценке загрязненности этими поллютантами морских акваторий портов Крыма, несмотря на то, что источниками их поступления в портовые акватории могут быть отходы таких технологических процессов, как очистка корпусов судов от краски, замена изоляционных материалов, больших и малых трансформаторов и др. Целью данной работы являлось по результатам собственных исследований оценить уровни загрязненности ХОС экосистем портов Крыма.

Проведенные ранее исследования свидетельствуют, что загрязненность ХОС Черного моря в конце 20 – го века носила повсеместный характер [8]. Во всех объектах экосистемы Черного моря: воде, гидробионтах, донных осадках тогда были обнаружены такие ПХБ, стереоизомеры ГХЦГ, пестициды группы ДДТ. Распределение ХОС как в воде, так и в донных отложениях Черного моря было неравномерным, области с повышенными

концентрациями были приурочены к устьевым районам крупных рек, крупным промышленным центрам, к зонам дампинга [1, 6].

Морские порты Севастополя расположены в пределах многочисленных бухт Севастополя, а так же в Балаклавской бухте, где они имеют смежную акваторию с акваторией Военно – морской базы Черноморского флота. Севастопольские и Балаклавская бухты подвергались серьезной техногенной нагрузке с начала основания Севастополя. Кроме базирования флотов на их берегах развивались судостроительные и судоремонтные предприятия, логистическая инфраструктура товарных перевозок.

В течение всего периода изучения ХОС в Севастопольском регионе нами особое внимание уделялось поверхностному слою воды, поскольку именно в него из всех источников поступают ХОС. Максимальная концентрация ХОС в воде морской акватории Севастополя наблюдалась в 80 – е годы прошлого века, когда в Севастопольской бухте содержание ПХБ (Ароклор 1254) достигало $300 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$ [1]. Пространственное распределение ХОС в воде характеризовалось неравномерностью с выраженным градиентом концентрации, зависящим от мощности источников поступления ХОС в акваторию. Падение экономики привело к тому, что в 2008 – 2015 гг. содержание ХОС в бухте значительно снизилось. В основном, концентрация $\Sigma\text{ПХБ}_6$ лежала в интервале от значений ниже предела чувствительности метода до $11 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$ [4]. В 2008 г. поверхностный слой воды был загрязнен ПХБ в большей степени в бухте Южной и центральной части бухты Севастопольской, где был отмечен максимальный уровень содержания $\Sigma\text{ПХБ}_6$ ($11 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$). Относительно высокие концентрации хлорированных углеводородов встречались в единичных случаях. Так, в районе строительства причалов ЗАО «СК АВЛИТА» в бухте Доковой в 2007 г. при проведении дноуглубительных работ содержание ПХБ в среднем составило $85.5 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$, что превысило в 10 раз концентрацию ПХБ до проведения дноуглубительных работ в 2006 г. (информация взята из ОВОС строительства причалов ЗАО «СК АВЛИТА»).

Впервые пространственное распределение ПХБ в донных осадках Севастопольской бухты было определено в 2001 г. Тогда концентрация ПХБ в эквиваленте технической смеси Ароклор 1254 изменялась в широком интервале от 57 до $6826 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$ (здесь и далее концентрация ХОС в донных отложениях представлена на сухую массу) [3]. В последнее десятилетие особое внимание в морских экосистемах уделяется изучению шести конгенов ПХБ, рекомендованных Международным советом по изучению моря, по номенклатуре IUPAC – это ПХБ 28, 52, 101, 138, 153 и 180. Изучение толщи грунтов Севастопольской бухты показало, что максимальные концентрации суммы этих конгенов ПХБ ($\Sigma\text{ПХБ}_6$) залегают на глубине 5 – 15 см, где достигают $600 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$ [2]. В поверхностном слое донных отложений Севастопольской бухты средний уровень загрязненности $\Sigma\text{ПХБ}_6$ был в три раза ниже и составлял $234 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$, что свидетельствует о снижении техногенного загрязнения бухты в последние годы. Концентрация ДДТ и его метаболитов ($\Sigma\text{ДДТ}$) в поверхностном слое донных отложений бухты была ниже ПХБ и изменялась от 8 до $124 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$ при среднем $66 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$.

В Балаклавской бухте в 2005 – 2010 гг. концентрация $\Sigma\text{ПХБ}_5$ в донных осадках изменялась от 8.7 до 109.5 при средней $59.3 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$, $\Sigma\text{ДДТ}$ – от 4.4 до 103.2 при среднем значении $35.5 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$. В то же время в открытом районе моря на выходе из бухты содержание ХОС было существенно ниже и составляло $2.7 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$ для ПХБ и $3.5 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$ для ДДТ.

Высокое загрязнение донных отложений Севастопольских бухт определялось длительной техногенной нагрузкой на их акваторию и такими физико – географическими особенностями региона, как ограниченный водообмен с открытым морем и илистым составом грунтов в бухтах, который обладает значительной сорбцией к гидрофобным ХОС.

Феодосийский морской торговый порт расположен в западной части Феодосийского залива. Порт имеет гавань, ограниченную с запада и севера Широким и Защитным молами. По нашим данным, в Феодосийском заливе в декабре 2006 г. в целом концентрация $\Sigma\text{ПХБ}_6$ в донных отложениях не превышала $2 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$, а $\Sigma\text{ДДТ}$ – $3.3 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$. В районе же порта Феодосии, где донные отложения были представлены в основном заиленными пес-

ками, концентрация $\Sigma\text{ПХБ}_6$ и $\Sigma\text{ДДТ}$ превышала среднюю по заливу в десятки раз и составила 141 и 79 $\text{нг}\cdot\text{г}^{-1}$ соответственно. Кроме наших данных, имеется информация, что в декабре 2004 г. выявлено экстремально высокое содержание ПХБ в донных отложениях Феодосийского залива, равное 2603 $\text{нг}\cdot\text{г}^{-1}$ [6]. А в марте 2003 г. в зоне деятельности Феодосийского порта зафиксирована экстремально высокая концентрация ДДТ, равная 818 $\text{нг}\cdot\text{г}^{-1}$, при наблюдаемом в течение всего периода исследований содержании 0 – 222 $\text{нг}\cdot\text{г}^{-1}$. По – видимому, в районе порта имелся локальный источник поступления ХОС. Если загрязненность ПХБ можно связать с деятельностью портовых перегрузочных комплексов, то, очевидно, источниками ДДТ в акватории порта являлись выпуски канализационных и ливневых вод.

Морской порт Евпатории расположен на северном берегу Каламитского залива. В порту имеется два погрузочных района – грузопассажирский в Евпатории и грузовой в Донузлаве. Территория порта в Евпатории составляет 0.07 км^2 и вода его акватории свободно обменивается с открытыми водами Евпаторийского залива, где в 2010 г. нами были обнаружены невысокие концентрации $\Sigma\text{ДДТ}$ и $\Sigma\text{ПХБ}_6$, изменявшиеся в интервалах от 0.2 до 0.53 и от 0.47 и 1.18 $\text{нг}\cdot\text{л}^{-1}$ соответственно. Донные отложения были исследованы в районе грузового терминала на пяти станциях в уникальном морском заливе Донузлав, где они были представлены желтыми, серыми и черными песками. Концентрация $\Sigma\text{ДДТ}$ и $\Sigma\text{ПХБ}_6$ в них в сентябре 2008 г. не превышала 0.87 и 0.18 $\text{нг}\cdot\text{г}^{-1}$ соответственно.

Ялтинский порт расположен в вершине Ялтинского залива в устьях рек Водопадная и Быстрая. Ежегодники данных по качеству морских вод по гидрохимическим показателям, публикуемые ФГУ ГОИН им. Н.Н. Зубкова свидетельствуют об отсутствии ПХБ в период 2008 – 2013 гг. в воде акватории порта Ялта и о невысоких концентрациях ХОП, содержание которых не превышало условно допустимых уровней, которые для линдана, гептахлора и $\Sigma\text{ДДТ}$ составляют 10 $\text{нг}\cdot\text{л}^{-1}$, тогда как в 80 – е годы прошлого столетия концентрация ДДТ в воде порта Ялта достигала 26, а линдана – 100 $\text{нг}\cdot\text{л}^{-1}$.

В литературе нет данных о загрязненности ХОС акватории Керченского торгового и рыбных портов. В 2007 г. была опубликована информация о районе торгового порта Керчи, как о наиболее чистом участке Керченской бухты в отношении нефтяного загрязнения [5]. По нашим данным в Керченском проливе в песчанистых грунтах концентрация $\Sigma\text{ДДТ}$ и $\Sigma\text{ПХБ}_6$ в 2007 – 2008 гг. в среднем составляла 3.9 и 3.6 $\text{нг}\cdot\text{г}^{-1}$ соответственно, а максимальное содержание $\Sigma\text{ДДТ}$, равное 28 $\text{нг}\cdot\text{г}^{-1}$, обнаружено возле мыса Ак – Бурун, замыкающего с юга Керченскую бухту.

Таким образом, акватории портовых районов Крыма значительно отличаются по уровню загрязнения ХОС водных масс и донных отложений, что связано, по-видимому, с различной техногенной нагрузкой, а также с разнообразием гидрологических режимов. Определено, что в настоящее время донные отложения портов загрязнены ПХБ и ХОП в значительно большей степени, чем водные массы, особенно это характерно для таких портовых районов, как Севастопольская и Балаклавская бухты, которые эксплуатируются длительный период времени и имеют слабый водообмен с открытым морем. Порты Крыма можно расположить в следующий ряд по убыванию загрязненности ХОС в донных отложениях: Севастопольский, Балаклавский, Феодосийский, Евпаторийский.

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБУН ИМБИ по теме «Изучение механизмов адаптации, трансформации и эволюции морских и океанических экосистем в условиях климатических изменений и антропогенного влияния» (гос. рег. № 1001-2014-0013).

Литература

1. Андрианов А. М., Ковальчук Т. Н., Малиновский Е. К., Недоступ О. В., Безлущая И. В., Чеботарская И. И., Антонович В. П. О загрязнении объектов морской среды в портах Северного Причерноморья // Вісник Одеського державного екологічного університету. – Випуск 7. – 2009. – Т. 7. – С. 12 – 19.

2. Егоров В.Н., Гулин С.Б., Поповичев В. Н., Мирзоева Н.Ю., Терещенко Н.Н., Лазоренко Г.Е., Малахова Л.В., Плотицына О.В., Малахова Т.В., Проскурнин В. Ю, Сидоров И.Г., Гулина Л.В., Стецюк А.П., Марченко Ю.Г. Биогеохимические механизмы формирования критических зон в Чёрном море в отношении загрязняющих веществ // Морской экологический журнал. – 2013. – Т. 12. – №. 4. – С. 5 – 26.
 3. Малахова Л.В. Полихлорированные бифенилы и органический углерод в донных отложениях Севастопольской и Балаклавской бухт (Чёрное море) // Морской экологический журнал. – 2013. – Т. XII, № 1. – С. 52 – 58.
 4. Малахова Л.В. Распределение полихлорированных бифенилов в поверхностном слое донных осадков Севастопольской бухты (Черное море) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. тр. – Севастополь, 2005. – Вып. 12. – С. 268 – 272.
 5. Малахова Л.В., Малахова Т.В., Егоров В.Н., Гулин С.Б., Сидоров И.Г., Игнатов Е.И. Хлорорганические углеводороды в компонентах севастопольских бухт в начале XXI века // Использование и охрана природных ресурсов в России: бюллетень. – 2016. – № 1 (145). – С. 66 – 71.
 6. Панов Б. Н., Панов Д. Б. Исследование загрязнения нефтепродуктами вод и донных отложений акватории Керченского морского торгового порта // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон. – 2007. – Т. 15. – С. 159 – 169.
 7. Петренко О. А., Жугайло С. С., Авдеева Т. М. Результаты многолетних исследований уровня загрязнения морской среды Азово–Черноморского рыбохозяйственного бассейна // Основные результаты комплексных исследований в Азово–Черноморском рыбохозяйственном бассейне и Мировом океане. – 2015. – С. 4 – 18.
 8. Подбельцева Е. В. Эколого – географические особенности потенциала морских портов Украины // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2005. – Т. 12. – С. 286.
- Поликарпов Г.Г., Жерко Н.В. Экологические аспекты изучения загрязнения Черного моря хлорорганическими ксенобиотиками // Экология моря. – 1996. – Вып. 45. – С. 92 – 100.

УДК 551.577

ОСАДКИ НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА ЧЕРНОМОРСКОМ ГИДРОФИЗИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ

*Майборода С.А., Лемешко Е.М., Казаков С.И., Метик-Диюнова В.В., Симонова Ю.В.
Черноморский гидрофизический полигон РАН, Кацивели, Россия*

Аннотация. Работа посвящена первичному анализу данных наблюдений за атмосферными осадками на южном побережье Крыма в п. Кацивели у мыса Кикинеиз. Получены данные о межгодовой и внутригодовой изменчивости осадков, отмечены характерные тенденции. Приведены данные, характеризующие интенсивность осадков, экстремальные максимальные и минимальные значения.

Ключевые слова: атмосферные осадки, мониторинг, натурные данные, суммы осадков, тренды, межгодовая и внутригодовая изменчивость, морской полигон, наблюдательная система.

PRECIPITATION ON THE SOUTHERN COAST OF CRIMEA BY OBSERVATIONS ON THE BLACK SEA HYDROPHYSICAL PROVING GROUND

*Mayboroda S.A, Lemeshko E.M., Kazakov S.I., Metik-Diyunova V.V., Simonova Ju.V.
Black Sea hydrophysical Proving Ground of RAS, Katsiveli, Russia*